

탈추격형 연구방법으로서 R&D 전주기 프로세스

A Total Life Cycle Process for Post Catch up R&D Methodology

박석지 (S.J. Park) 창의기술정책연구소 책임연구원

- I. 서론
- II. 연구방법의 기본 개념들
- III. 탈추격형 R&D의 개념과 특성
- IV. 탈추격형 연구방법으로서 전주기 R&D 프로세스
- V. 결론

본고에서는 탈추격형 연구방법을 정립하는 데 중요한 요소가 되는 R&D 전주기 프로세스를 제안하였다. 이를 위해 연구방법의 개념 정립에 필요한 R&D 관련 기본 개념들과 과거 추격형 R&D의 연구방법론으로 활용되었던 시스템 개발 프로세스를 소개하였다. 향후 새롭게 정립되어야 할 탈추격형 R&D의 개념을 정의하고 그 특성으로써 기술의 아이디어 생성부터 시장에서 활용되는 기술 수명 전주기에 걸쳐 프로세스 활동을 정립하였다. 또한 연구개발 기획 시부터 산업화에 이르는 R&D 전주기 프로세스에서 강점과 약점을 비교하여 탈추격형 R&D에서 특히 보장되어야 할 주요 활동과 프로세스를 구성하는 각 단계에서의 수행해야 할 주요 활동을 제시하였다. 이를 통하여 탈추격형 R&D를 실행하기 위한 연구방법으로써 적용할 수 있는 연구방법론의 기반을 마련하였다.

I. 서론

글로벌화가 지난 수십 년 간 지속된 기술과 산업발전 전에 힘입어 국내 ICT 산업은 세계적으로 주목을 받고 있으며 삼성전자를 비롯 관련 대기업은 물론 중소기업도 글로벌 기업으로 거듭 성장하고 있다. 이와 같은 고도 성장에 따라 국내 ICT 산업은 대 중소 기업을 구분 하지 않고 글로벌 환경 변화에 직접 직면하게 되었다. 하지만 본격화된 시장 환경 하에서는 산업 주도권에 대한 경쟁이 치열하게 진행되고 있어 향후 어떻게 ICT 산업에서의 주도권을 유지할 수 있을 것인가에 대한 고민도 커지고 있는 실정이다. 이런 점에서 볼 때 최근 들어 ICT 분야에 대한 성공적 경로에도 불구하고 이를 지속할 수 있는가에 대해서는 의문이 제기되고 있는 실정이다. 특히 자유경제체제에 근간을 두고 선진국의 기술을 추격 발전시켜 수출산업으로서 성장해 온 국내 ICT산업 입장에서는 중국 등 자체 시장을 소유한 후발국 추격에 의한 추락에 대한 위기의식도 커지고 있는 실정이다. 특히 후발자의 경우 새로운 후발자가 부상할 경우 추락의 위기는 더욱 커진다고 볼 수 있다. 즉, 기술경제 패러다임의 변화, 경기순환과(또는) 고객선호 변화, 정부의 산업정책 변화 등 3종류의 기회의 창(Windows of Opportunity)이 작용함에 따라 새로운 후발국에게 산업 주도권이 이동할 가능성에 대하여 위협의식을 느끼기 시작하고 있다[1].

과거 아날로그에서 디지털로 전환하는 패러다임의 변화에 따라 국내 ICT 산업은 도약과 성장을 할 수 있었다. 또한 스마트화 하는 고객의 선호 변화에 따라 각종 새로운 스마트 기술과 제품을 선보이고 있다. 그러나 치열하게 경쟁하고 있는 글로벌 ICT 시장에서 기술 추격을 통해 꾸준히 성장해온 중국을 비롯 한 후발국과 과거 ICT 산업을 선도해 왔던 일본 등의 국가의 도전을 받고 있는 실정이다. 이러한 도전에 맞서 ICT 산업의 주도권

을 꾸준히 유지하기 위해서는 창의적 신 기술을 바탕으로 지속적인 ICT 주도권을 유지할 수 있도록 탈 추격 환경 하에서의 경쟁력이 강조되고 있다.

국내 ICT 산업의 국가 R&D 체제도 과거 30여 년 간의 급속한 성장과 글로벌 산업 환경 변화에 따라 추격형(Catch-up)에서 탈추격형(Post Catch-up)으로의 전환이 요구되고 있다. 이에 따라 출연연구소의 R&D 체제도 창의적 R&D에 기반을 둔 이러한 탈추격형 R&D 체제로의 전환을 필요로 하고 있다. 과거 추격형 R&D 체제에 맞춰 확립된 연구방법론에 있어서도 탈추격형 R&D에 맞는 연구방법으로의 전환이 시급한 실정이다. 이 연구는 이러한 탈 추격 산업환경 하에서 지속적인 주도권을 유지하기 위하여 탈추격형 R&D 체제하에서 어떤 연구방법을 추진할 것인지 그 방법론을 정립하는 데 목적이 있다. 신 기술 발굴부터 최종 성장산업으로 육성하기까지 추진과정으로써 정형화된 모형을 수립하고 이 모형을 반복적으로 수행함으로써 지속적 산업육성 활동이 가능하도록 하는 연구개발 방법론을 정립 한다.

ETRI의 연구방법론은 1980년대 TDX 개발과 함께 정립되었다. 이후 이 방법론에 근거하여 ETRI 연구개발 방법론으로 정착하였으며, CDMA 시스템 개발, 행정전산망 주전산기 개발, 4M DRAM 개발, 4세대 이동통신 시스템 개발 사업 등 주요 연구개발 사업을 성공적으로 추진할 수 있었다.

그러나 최근 국내 IT 기술 산업 수준이 세계 정상급으로 성장함에 따라 R&D에 대한 요구사항도 변하고 있다. 과거와 같이 시스템 개발 사업으로는 더 이상 시장의 요구를 충족시키기 어려우며, 창의적인 아이디어에 기반을 둔 탈추격형 기술혁신체제 하의 다양한 혁신적 기술을 요구하고 있다. 또한 중소기업과의 동반 성장을 위한 기술경쟁력 강화를 위해서는 새로운 가치 창출 및 시장에서의 지배적 디자인(Dominant Design)을 창출할 수 있는 4세대 R&D 체제 및 글로벌 개방형 R&D 체제로의 기술혁신체제 전환이 필수적이다. 따라서 더 이상

과거에 정립된 연구방법론으로서는 이러한 R&D 체제 변화에 맞추기 어려운 실정이며, 새롭게 변화된 체제에 적합한 유형으로의 연구방법론 전환이 요구되고 있다.

새로운 연구방법론에서는 시장에서의 요구사항부터 국가 전략적 기술 니즈에 이르기까지 요구사항에 대한 전략적 분석이 필요하며 이를 해결할 기술로서 새로운 기술개념과 비즈니스 모델 및 향후 추진 연구개발 대상으로 기술 아젠다까지 창출해야 할 필요가 있다. 이들 분야는 과거 수행해 오지 않았던 취약한 분야로서 이들 분야에 대한 정형화된 틀인 방법론 정립이 시급한 실정이다. 이들을 포함한 전체 R&D 프로세스의 정립과 이 과정에서 요구되는 각종 활동에 대한 정형화된 방법론을 정립하고 도입함으로써 선진화된 R&D 시스템을 갖출 수 있으며 좀 더 생산성이 향상된 R&D 체제를 갖출 수 있게 될 것이다. 이러한 필요에 따라 본고에서는 2장에서 탈추격형 연구방법을 정립하는 데 필요한 R&D 프로세스 관련기본개념들을 소개하고, 3장에서 탈추격형 R&D 개념과 특성, 4장에서 탈추격형 연구방법으로서의 전주기 R&D 프로세스의 개념과 각 단계에서 요구되는 연구활동과 주요 방법을 제시하였다.

II. 연구방법의 기본 개념들

탈추격형 R&D 및 연구방법을 정립하는 데 필요한 R&D 활동과 관련하여 주로 사용되는 용어에 대하여 기본개념과 내용에 대하여 설명한다.

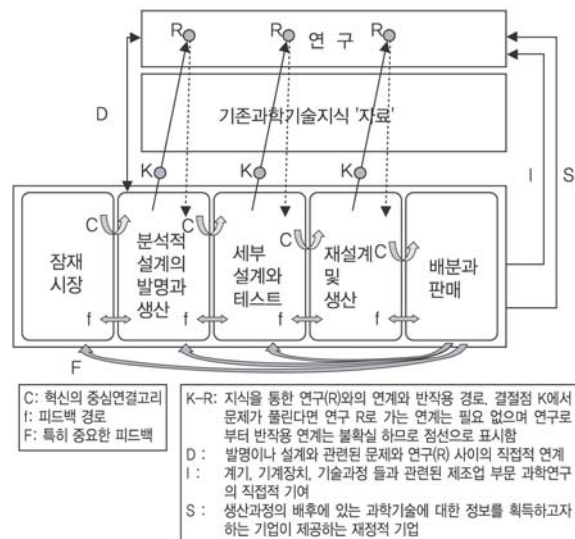
1. R&D와 R&D 활동

연구개발은 “기술혁신 과정에서 발생 또는 설정되는 기술적 문제(또는 과제)의 해결하는 행위”로 정의될 수 있다. 여기에서 기술혁신 과정은 “과학과 기술을 최초

로 새로운 방식으로 적용한 것으로서 상업적 성공을 거둔 것으로 정의”된다¹⁾. 따라서 R&D 활동은 상업적 성공을 위한 기술혁신 활동의 일환으로 움직이는 행위로써 이해될 필요가 있다[2].

또한 과거 30여 년 동안 과학과 기술의 연구개발에 대한 사고는 선형모델에 의하여 지배되어 왔다. 이 모델에서는 새로운 기술의 개발, 생산, 시장 진출이 잘 정의된 시간적 순서에 따라 이루어지는 것으로 이해되었다. 즉, 연구로부터 제품개발을 거쳐 생산 및 상업화가 순차적으로 이루어지는 것으로 보았다. 그러나 오늘날에는 기술혁신 과정은 지속적인 상호작용과 피드백이 중요한 특징으로 파악되고 있다. 즉, 일반적으로 디자인의 중심적인 역할, 기술지식의 하방흐름(Downstream)과 상방흐름(Upstream) 사이에서 이루어지는 상호작용, 혁신과정의 매 단계에서 이루어지는 기술 및 혁신활동들 간의 상호작용을 강조하고 있다[2].

일반적으로 개별 기업의 차원에서 혁신적 고리는 새로운 시장기회와 새로운 과학기술적 발명을 포착함으로써 시작된다. 이는 새로운 상품과 공정을 위한 ‘분석적 디자인’을 수반하게 되며 계속해서 개발과 생산 및 시장



<자료>: Kline and Rosenberg, 1986[3].

(그림 1) R&D 활동에서 기술혁신 과정의 상호작용

¹ OECD, Technology and Economy - The Key Relationships, 1992, p22, 과학과 기술의 경제학 이근 외 역, 경문사, 1995

진출로 연결되어 이 과정에서 다양한 피드백이 발생된다.

이 포착된 피드백은 (그림1)에서 보는 바와 같이 시장 수요 및 사용자와 기술정보의 흐름과 연계시킨다. 이와 같이 새로운 상품과 공정을 고안하고 시험하는 과정에서 발견되는 문제들은 중요한 R&D 활동을 유발한다. 또한 집중화된 R&D 기능은 새로운 기술을 활용하는 데 있어 정보의 흐름을 원활하게 하고 정보유출방지 및 R&D의 생산성 향상에 기여해 왔다.

기술혁신 과정에서 내부의 혁신과정은 상호연계 및 피드백의 활발함으로 인하여 과학기술적 기술기반과 연구와의 연계를 활발하게 해준다. R&D 활동은 이러한 연계를 통해 (1)과학적 이용 가능한 지식의 활용, (2)그런 지식의 수정 및 첨가하는 작업으로 나타나 이용 가능한 지식의 도움에 의하여 기술혁신이 이루어진다. 기술자가 문제에 직면하게 되면 기존의 과학기술로부터의 지식을 이용하거나 이 내용이 부적절할 경우 R&D를 통해 새로운 지식을 얻으려 할 것이다. 또한 산업에서의 R&D는 당면한 기술적 문제에 대한 해결책으로써 새로운 지식을 찾아가게 되며, 미래의 불확실한 환경에서 작용할 문제에 대한 해결책을 찾는 과정으로써 미래에 대한 ‘예측과학’을 필요로 하고 있다. 그 결과 미래예측 방법²⁾을 동반하여 적용하고 있다. 따라서 산업 내에서의 R&D는 신 기술이 창출해낸 이용자의 가치상승에 대한 기대를 향유하거나 이용자의 수요변화에 부응하기 위하여 기초/응용/과학기술의 진전상황에 대하여 관심을 갖고 있으며 이를 위한 기술지식흡수 메커니즘을 운영하고 있다. 즉, R&D에는 과학기술에 대한 지식의 공급역할을 필요로 하고 있으며, 이를 통해 과학기술 지식의 생산, 흡수 및 확산에 대한 인식을 필요로 하고 있다.

따라서 R&D는 “기술혁신 과정에서 발생 또는 설정

되는 기술적 문제의 해결하는 행위”로서 연구개발과정은 문제해결의 연속으로 나타난다. 여기에서 기술혁신 과정은 “과학과 기술을 통한 최초로 새로운 방식을 적용한 것으로서 상업적 성공을 거둔 것”으로 이해되며, 연구개발활동에서 상호연계 및 피드백을 통한 과학기술 지식을 획득 이용함으로써 발생형 문제 또는 설정된 문제를 해결해가는 일련의 과정으로 나타난다. 연구개발 능력은 과학기술지식과 과학적 방법 외에도 합리적 사고를 통한 문제 해결능력을 갖추는 것임과 동시에 새로운 지식을 창출해 가는 능력으로써 표현된다.

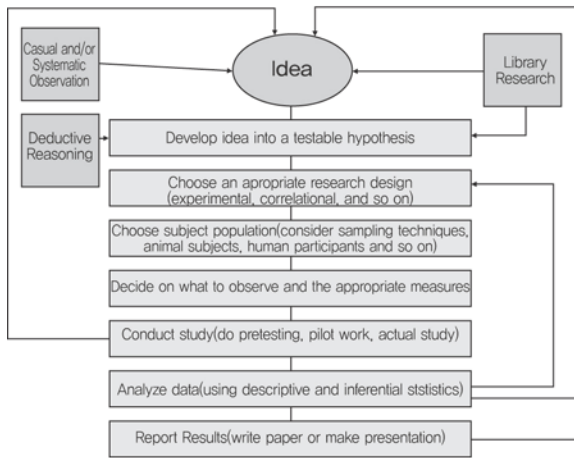
2. 연구개발 프로세스

연구개발 프로세스는 문제의 대상에 따라 각각 과학적 연구 프로세스와 시스템 개발 프로세스로 구분되어 설명된다. 여기에서 과학적 연구는 과학적 지식에 대한 ‘The State of The Art’를 향상시키기 위하여 진행된다. 즉, 더 향상된 성질을 갖는 재료, 부품 및 문제를 해결하는 더 향상된 방법 등에 관한 향상된 지식을 얻는 방법으로 사용된다. 과학적 지식은 이러한 현상을 정의, 가정 수립 및 데이터 수집, 분석 및 결과를 도출해 내는 과학자들의 연구 활동에 의하여 얻어지며, 수집된 과학적 정보로부터 더 잘 설명되고 조직화되는 이론의 개발로 귀결된다. 또한 시스템 개발은 과학적 연구와 사회경제적 이용의 필요성으로부터 창출되는 시스템 확보를 위한 문제로부터 창출된다. 이러한 결과로부터 연구개발 프로세스의 대표적인 것으로 과학적 연구 프로세스와 시스템 개발 프로세스를 들 수 있다.

1) 과학적 연구 프로세스

과학적 연구 프로세스는 과학적 연구에 대한 아이디어로부터 최종 결과를 도출하기까지 갖게 되는 (그림 2)에서 보는 바와 같은 스텝(Steps)을 갖는다. 각 스텝에서는 연구결과에 영향을 미치는 하나 또는 이상의 중요

²⁾ 미래예측 시점으로 다양한 목표점이 사용되거나 미래 불확실한 Moving target에 대한 적용으로서 다양한 목표점을 대상으로 한 시나리오 예측방법이 많이 사용된다.



〈자료〉: Kenneth S. Bordens and Bruce B Abbott, 2011[4].

※ Arrows show the sequence of steps, along with feedback pathways

(그림2) 과학적 연구 프로세스

한 결정을 하게 된다.

(Step1) 연구 아이디어 및 가설 개발: 첫 번째 단계로써 연구하고자 하는 이슈(주제)를 정하는 단계이다. 탐구할 연구 대상에 대한 아이디어는 경험적으로 또는 과학적 저널을 읽으면서 얻어질 수 있다. 연구대상에 과학적 방법의 적용함으로써 연구내용에서의 가설을 정확히 구성할 수 있다.

(Step2) 연구설계: 의문의 범위를 좁히고, 실증이 가능한 가설을 수립하고, 연구계획 및 디자인 설계를 한다.

(Step3) 자원 선택: 연구에 필요한 참여 연구원 등 자원을 선택한다.

(Step4) 조사대상 및 방법 결정: 연구과정에서 필요한 이슈 및 주제와 관련하여 조사 또는 관찰 대상을 결정하고 측정하는 방법을 결정한다.

(Step5) 자료수집: 설계된 연구계획에 따라 실험 및 실행을 통하여 연구대상 자료, 데이터 및 참고 비교될 수 있는 자료를 수집한다

(Step6) 수집자료 및 결과 분석: 수집된 결과 자료를 연구 가설과 비교 분석함으로써 가설에 대한 결과에 대한 확인과 검증한다.

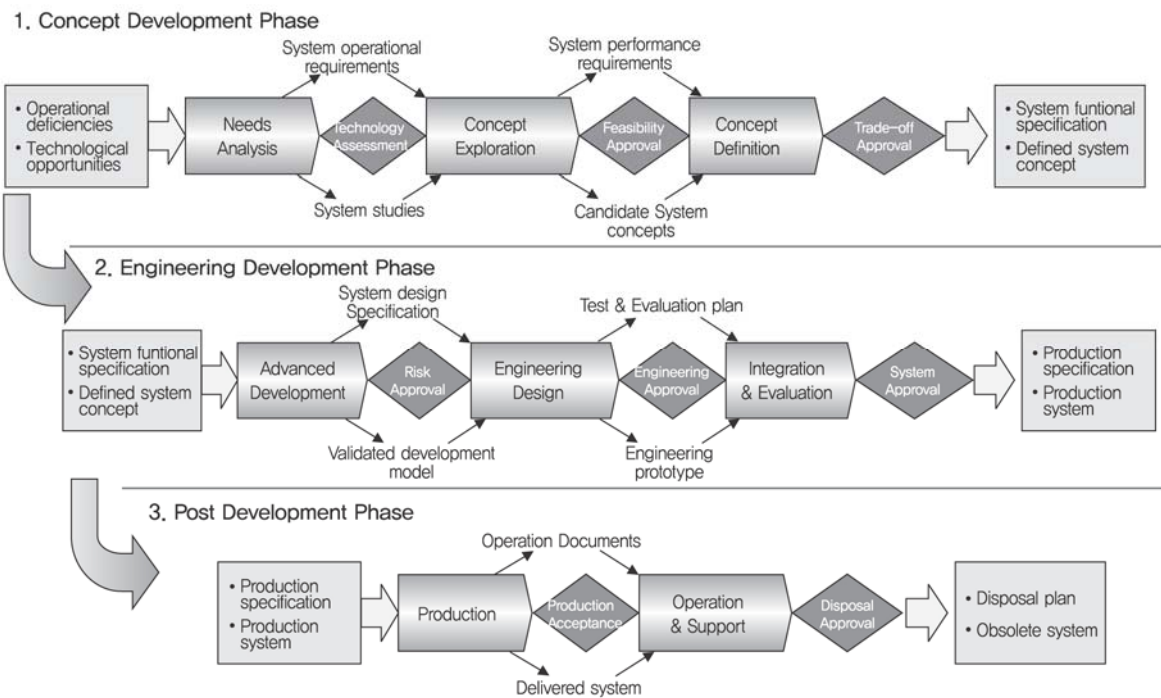
(Step7) 보고서 작성 및 재 연구 준비

2) 시스템 개발 프로세스

시스템 개발이란 웹스터 사전 정의에 의하면 (1)“결합되어 전체를 이루는 항목들이 규칙적인 상호작용과 상호관련을 갖는 집단”, (2)“체계화된 전체의 정돈된 상태 또는 작용을 설명하기 위해 원리 또는 아이디어들이 조직된 집합체”로 설명한다. Moore School 정의에 의하면 “목적에 있는 활동을 수행하는 환경 하에서 각각 고유의 기능을 갖고 있으며 상호작용을 하는 인간과 기계를 포함한 요소들의 집합체”로 설명하고 있다. 따라서 시스템 개발 프로세스에서는 다양한 분야의 팀에 의한 종합적인 수행을 하면서 문제의 해결책을 개발해 가는 과정으로 나타난다. 시스템 개발은 창조적 과정으로써 과학과 기술을 개척하는 입장에서 수행하는 것이다. 즉, 시스템 개발의 특성은 복합적 노력이 필요로 한다는 점, 중요한 이용자의 니즈를 수용할 수 있어야 한다는 점, 완료되는 데 수년이 소요된다는 점, 해결하는 데 필요한 많은 다른 기술들을 포함하고 있다는 점, 수행하는 데 여러 상이한 조직을 필요로 한다는 점, 특별 일정과 예산을 필요로 한다는 점을 들 수 있다. 결국 시스템 개발에는 적절한 시간을 소요하여 알맞은 시기에 맞출 수 있어야 하며 다양한 사용자들의 협력과 표준화를 필요로 한다[5][6]. 따라서 시스템 개발 프로세스는 시스템 개발 수명주기(System Development Life Cycle)에서의 프로세스로서 표현된다:

일반적으로 시스템 개발의 수명 주기는 (그림 3)에서 보는 바와 같이 새로운 시스템과 관련하여 개념형성부터 개발, 제조, 운용, 소멸에 이르기 까지 진화하는 과정으로 정의한다. Kosiakoff&Sweet(2003)는 이를 개념개발단계-공학적(Engineering)개발단계-후 개발단계 등 3단계³⁾로 구분 정의하고 있다[7]. 시스템 개발수명주기에서 개념개발과 공학적 개발단계의 주 수행내용에 관

³⁾ Smith&Rowland(1974)[5]는 시스템 개념형성단계- 시스템디자인 단계- 시스템생산단계- 시스템운영유지단계 등 4단계로 구분하여 정의하고 있으나 시스템 생산과 운영유지 단계를 묶어 후 개발 단계로 구분하고 있다는 차이 외에는 동일한 구분이다.



〈자료〉: Alexander Kossiakoff and Willilliam N. Sweet, 2003[7]참조하여 재구성

(그림3) 시스템 개발 수명주기

심을 가질 필요가 있다.

개념 개발단계는 실험적 연구단계로서 니즈를 규명하고 이 니즈가 어떻게 만족될 수 있는 지 가능한 접근 방법을 계획하는 단계이다. 시스템이 운용될 환경 하에서 요구되는 니즈로부터 개발해야 될 시스템의 목적, 또는 목표, 시스템이 작동하는 환경 또는 제약조건 등 불확실한 문제를 정의하고, 이들을 만족하는 가능한 개념적인 해(Conceptual Solution)을 제시하고 이들에 대한 경제적/실용적판단(Trade Off)을 구한다. 이 결과는 잠정적인 시스템 모델이 된다. 또한 선택된 해는 다음 조건을 만족하는 지 조사하고, 제안된 해를 개발하는 데 요구되는 인력, 자금, 시설 등에 대한 계획 및 사용절차를 구하게 된다.

- (1) 주변 환경은 이해를 허용하는가.
- (2) 이 해를 개발하는 데 필요한 주요 정보가 사용 또는 확보 가능한가?
- (3) 문제가 정확히 이해되었는가?

(4) 제안된 해가 경제적으로 타당한가?

(5) 제안된 해가 시기적으로 적절한가?

또한 이 단계에서는 잠정적인 시스템 모델을 선택하여 기능적으로 분류된 구조로 전환한다. 이를 통해 각 단위별 기능적 특성과 그들 사이의 상호관련을 정의한다. 단 이 단계에서는 해에 대한 여러 대안이 제시되고 타당성 검토가 끝나 제안된 결과에 대하여 현실보다도 장래 변화에 대한 기술적 판단을 하는 것이다. 즉, 시스템 설계시기와 Prototype 제작시기 동안 기술수준의 향상을 기대하고 적절한 기술수준에 대한 판단이 필요하다.

공학적 개발단계에서는 시스템이 실제 운영되는 환경 하에서 경제적으로 생산되고 성공적으로 작동할 수 있도록 생산 및 운영 유지될 시스템 개념의 기능을 물리적 실체로서 공학적으로 설계, 정의하고 구현해 가는 과정이다. 따라서 이 단계에는 (1)선택된 시스템 개념에 요구되는 신 기술을 개발하고 운영 시 요구사항을 만족시

키는지 확인하고, (2)성능 및 품질, 신뢰성, 안전성 및 지속성 등 요구사항을 만족시키는 시작품에 대한 개발을 공학적으로 수행하며, (3)이 시스템이 경제적으로 생산, 이용 및 적절히 운영될 수 있을지 적절히 확인하는 것이 주된 목적이 된다.

후 개발단계에는 시스템 개발 후, 운용하면서 다소 완벽하기는 하나 시간이 지남에 따라 기술은 진보되고 니즈도 변하게 된다. 시스템 기능도 어떤 것은 의도된 대로 발휘하지 못하고 많은 향상을 필요로 할 것이다. 따라서 시스템의 진보와 수정을 위한 지속적인 요구가 있게 된다. 시스템의 운용과 주변 환경의 변화로부터 얻어진 정보는 시스템의 목적을 다시 변화시키고, 시스템이 새롭고 수정된 목적을 수행할 수 있도록 피드백 될 수 있어야 한다.

이 단계는 시스템이 운용을 위한 시험과 평가가 성공적으로 진행되고 생산이 된 후부터 적용된다. 따라서 시스템의 운용, 유지보수를 위한 매뉴얼부터 시작하여 운용 시 나타나는 문제들에 대한 수집, 부족한 기능들에 대한 Up-grading 계획에 이르기까지 활동을 포함한다. 또한 변화된 니즈와 환경 하에서 부족한 기능에 대한 보완 계획 및 정보 수집까지도 포함한다. 이와 같이 지금까지의 추격형 R&D는 여기에서 설명된 바와 같이 시스템 개발 프로세스에 중점을 두고 진행되어 온 것으로 볼 수 있다.

3. 연구방법론

과학은 자연계에서 발생하는 현상에 대하여 미래에 발생할 수 있는 신뢰할 수 있는 예측을 할 수 있는 정보를 제공하는 것으로서 이러한 현상이 지배하는 규칙을 정의하는 것으로 볼 수 있다[4][8]. 이러한 규칙을 찾는 방법으로써 가장 강력한 방법으로 과학적 방법에 기반을 두고 있다. 과학적 방법은 과학적 문제를 풀어나가는 다음과 같은 순환적 과정으로 설명된다[9].

- (1) 현상관찰(Observing a phenomenon)
- (2) 원인결과에 대한 잠정 해석 및 가설 수립 (Formulating tentative explanations(hypothesis) or statements of cause and effect)
- (3) 추가해석을 위한 추가 관찰 또는 실험(Further observing or experimenting(or both) to rule out alternative explanations)
- (4) 해석의 명확화 및 재검증(Refining and retesting the explanations)

연구방법론은 이와 같은 연구하는 과정에서 문제들을 해결해 가는 과정에서 정립된 방법으로 볼 수 있으며, 연구개발 프로세스의 전 주기 동안에 발생 또는 설정된 문제 들을 해결해 가는 과정에서 사용되는 신뢰적인 방법⁴⁾으로 설명될 수 있다. 그러나 연구개발이 성공적으로 진행되기 위해서는 연구개발 프로세스의 전 주기 동안 전략의 확정으로부터 최종 기술개발의 사업화에 이르기까지 올바른 과정을 사용할 수 있을 때 가능하다. 이는 옳게 설정된 문제에 올바른 방법론을 갖고 추진할 수 있을 때 가능할 수 있을 것이다. 따라서 성공적인 연구방법론을 갖추기 위해서는 연구개발 프로세스+연구 Tools+프로젝트 관리가 신뢰성 있게 진행될 수 있도록 방법론을 확립하는 것이 중요하다.

III. 탈추격형 R&D의 개념과 특성

1. 추격형 R&D와 탈추격형 R&D의 개념

추격형 기술혁신 활동은 후발국의 기술성장과정⁵⁾에서 기술축적과 추월하게 되는 혁신활동으로 설명되고

⁴ 동일한 방법을 반복적으로 사용하여 동일한 신뢰수준의 결과를 도출할 수 있는 방법으로서 정립된 경우

⁵ 후발국의 기술성장은 해당기술이 속해 있는 기술체제와 경쟁우위 원천 기반에 의존하여 정부의 적절한 정책과 기업의 경쟁전략, R&D노력이 결합하여 시장성공으로 이어지는 기술성장모형에 따른다[12].

있다. 과거 한국의 ICT 산업은 과거 후발국 입장에서 선진국의 기술을 받아들이고 흡수 개량함으로써 기술능력 축적과 새로운 기술역량을 개발하는 성공적 과정으로 설명되고 있다. 국내 ICT 산업은 반도체, 디지털 이동통신, 디지털 TV 등에서 보는 바와 같이 과거 ICT 분야에서 부족한 기술적 역량에도 불구하고 시장 주도권을 가졌던 미국, 일본으로부터 시장경쟁력과 주도권을 확보한 대표적 산업으로 제시되고 있다. 이들의 성공적 경쟁력 확보과정은 기술추격으로부터 시작하여 창조적 혁신을 거쳐 기술도약과 신제품의 시장에서의 성공으로 진행되었다. 즉, 반도체 산업에서 보는 바와 같이 한국은 초기 시장 선도자의 기술혁신 경로를 추종하여 기술추격을 완성하고 변화된 시장 환경에 따라 창조된 경로에 의하여 시장 성공모형을 갖출 수 있었다[1][10]. 이러한 과정은 네트워크, 서비스, 단말기 산업이 결합된 한국의 ICT 산업의 경우 이러한 경로는 보편적으로 적용될 수 있었다[11]. 이와 같이 추격형 R&D는 요구되는 기술지식을 확보하기 위하여 추격형 기술혁신 과정에서 추진된 R&D로써 주요 시장 선도자의 제품 및 소요기술의 리버스엔지니어링(Reverse Engineering)에 의한 모방으로부터 시작하여 관련 주요기술을 획득하고 제품혁신 또는 디자인혁신을 통해 새로운 기술지식을 확보해 가는 방법이다. 따라서 추격형 R&D에서는 기술획득 목표와 기술혁신이 시장 주도적 제품의 기술플랫폼에 제한을 받게 되고 혁신적 신제품 출현에 제약으로 작용하게 된다. 그러나 이미 세계적 수준에 오른 현 ICT 산업의 경쟁력 수준으로는 추격형 R&D로는 더 이상 신 시장 창출이 어려운 실정에 있어 혁신적 신 기술 획득과 신제품 개발을 위한 기술확보가 어려운 상황이며 이를 위해서는 신 기술 확보를 위한 새로운 R&D유형으로서 탈추격형 R&D 방법의 개발이 필요한 시점이다. 또한 글로벌화한 현 R&D 체제 하에서는 기술정보 원천의 확대에 따라 이를 입수하기 위한 경로는 더욱 확대되고 있고, 기업의 경쟁우위 원천도 글로벌 환경에서 추진되어야

하는 실정이다[12].

최근 ICT 분야에서의 한국의 기술은 괄목할 수준에 있는 것으로 평가 받고 있으나, 이제 신 기술을 도출 육성하는 것은 새로운 도전으로서 더 이상 과거의 '추격형' 혁신이 아니라 '탈추격형' 혁신으로 추진해야 하는 연구방법의 전환이 필요한 것으로 인식되고 있다. 또한 기술환경 측면에서 타 분야를 포함한 기술융합이 증가하고 있는 환경에서 탈추격형 혁신으로서 융합형 혁신, 외해성 기술의 출현 및 고 위험 혁신 연구에 대한 수요가 증대하여 기술혁신에 대한 불확실성이 높아지고 있다.

이러한 탈추격형 혁신 활동은 기술 심화형 혁신활동⁶⁾, 아키텍처 혁신활동⁷⁾, 신 기술 기반형 혁신활동⁸⁾으로 구분 제시되고 있다[13]. 이 연구내용과 연계하면 탈추격형 기술혁신 활동은 창조적 혁신에서 강조하는 기초 원천 연구 성과에 기반을 둔 혁신활동뿐 아니라 기존 지식의 조합 및 아키텍처 혁신 등 모방적 혁신활동을 포함하는 다양한 형태의 혁신활동을 의미한다. 또한 이들 혁신 활동을 위해서는 개선된 제품 설계의 제조가능성(Manufacturability) 확보와 이를 위한 설계-제조 간 통합 능력 등 혁신능력 향상, 기술확산을 위한 활동, 벤처 생태계 지원, 기업 간 학습 네트워크 진작 등 '사회적 혁신' 활동 및 원천기술 창출 진작, 원천기술의 사업화 루틴 형성, 공공 연구성과의 기업으로의 기술확산 등 제도적 지원활동도 포함하고 있다[14][15].

따라서 이러한 탈추격형 혁신의 개념으로부터 탈추격형 R&D는 기술의 수명주기 초기 단계부터 창조적 혁신에 의한 기초원천 기술부터 필요한 기술 확보를 위한 R&D(창조적 R&D), 기술능력의 심화과정에서 새롭게

⁶⁾ 최초 진입 시에는 제품의 성숙기였으나 후발국 기업의 기술능력심화에 따라 새로운 기술궤적을 만들어 내는 혁신활동

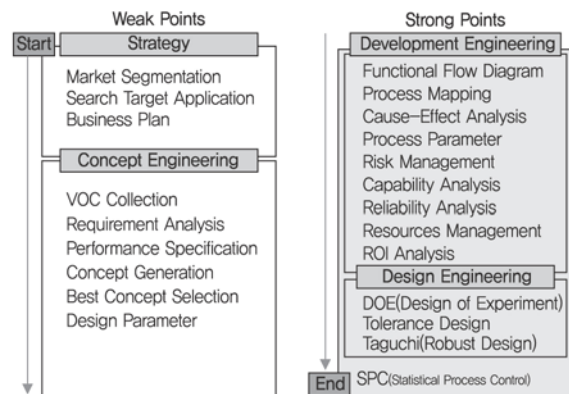
⁷⁾ 기존 설계방식표준을 기반으로 핵심부품에서의 혁신이나 기존 요소 기술들 간의 새로운 조합을 통해 최종제품에서의 혁신을 도모하는 혁신활동

⁸⁾ 원천기술을 보유하고 기술 수명주기의 초기단계부터 진입하는 혁신활동으로 선진국 기업의 '창조형' 혁신과 유사한 혁신활동

요구되는 기술궤적을 위한 R&D(기술심화 R&D), 기존 설계방식으로부터 혁신적 부품, 제품 등을 이루기 위한 R&D(아키텍처 R&D) 등을 모두 포함하는 개념으로 정의할 수 있다.

2. 탈추격형 R&D의 특성

탈추격형 R&D는 기술 수명주기의 초기 단계부터 R&D 활동을 준비할 필요가 있다. 따라서 기술개념에 대한 창의적인 아이디어로부터 시작하여 기술개발 프로그램으로 기획하고 추진하여 최종 결과물을 기업에 이전하기까지 전 과정에 걸쳐서 활동이 일어난다. 따라서 추격형 R&D에서와 다르게 탈추격형 R&D에서는 기술 개념이 형성되기 이전부터 기술에 관한 아이디어를 기술개념으로 정립하고 이를 연구 개발할 기술 프로젝트 또는 프로그램에 적합한 기술이슈로서 도출하기 까지 과정이 반복적으로 발생하게 된다. 특히 시장에서 창조적 아이디어에 의하여 도출 선도적 기술로써 자리매김하고 새로운 기술궤적으로 인정 받을 수 있기 위해서는 시장보다 선행하여 전략적으로 기술 지식이 확보되고 이를 바탕으로 경쟁우위를 유지할 수 있을 때 가능하게 된다. 따라서 탈추격형 R&D 활동에서는 기술 수명 주기의 초기 단계에 적용할 수 있는 과학적인 방법에 의한 도구(Tools)가 정립되어 있어야 하며 이 방법에 따라 반복적으로 추진될 수 있을 때 성과를 도출할 수 있을 것이다. 그러나 국내 R&D 활동은 지금까지 추격형 R&D 활동에 익숙해 있어 (그림4)에서 보는 바와 같이 시장 지배적 선도자에 의하여 설정된 기술 목표로 인하여 이미 시장에서 인증된 기술의 효율적 확보에 중점을 둔 디자인, Risk 관리, 프로세스 Parameter, 자원관리, 신뢰도 분석 등 생산 효율성과 관련된 기술에 강점을 보이고 있다. 하지만 탈추격형 R&D에서 강조되고 있는 R&D 전략과 및 목표 설정, 기술개념 범위 설정 등 Strategic Planning, Concept Engineering 등의 활동에서는 아주



(그림4) 국내 R&D 프로세스에서 수행되는 활동분석(강점과 약점)

취약한 상태에 있다. 하지만 탈추격형 R&D를 추진해 가야 하는 입장에서는 약점 부분의 중요성이 커지고 있어 이를 집중적으로 보완 발전 시켜야 하는 필요성이 증가하고 있다. 특히 독일 Fraunhofer의 기술전략 사례에서 보는 바와 같이 시장의 요구에 부응하고 한정된 자원을 집중하기 위한 선행적 R&D 전략 수립, 기술 아이디어를 기술개념으로 전개 최상의 기술프로그램으로 형상화하는 Concept Engineering 및 전략기술 선정과정 등은 지속적으로 발전 시켜야 할 중요한 활동 대상이 된다 [16].

IV. 탈추격형 연구방법으로서 전주기 R&D 프로세스

앞서 살펴본 바와 같이 탈 추격 R&D에서는 그 활동이 강조되고 있는 기술 수명주기의 초기 기술 아이디어로부터 기술의 개념화 및 전략기술 선정, R&D 프로젝트/프로그램발굴, R&D 사업 수행, 사업화에 이르는 R&D 전주기에 걸쳐 과학적인 연구방법을 구축하는 것이 필요하다. 본 장에서는 탈추격형 R&D를 효율적으로 추진하기 위한 R&D프로세스로서 지금까지의 약점 활동을 보강한 R&D 전주기(R&D Total Life Cycle) 프로세스를 제안하고 프로세스를 구성하는 각각의 R&D 활동단계를 정립 각 단계에서 사용할 과학적인 방법의 사

례를 제시한다.

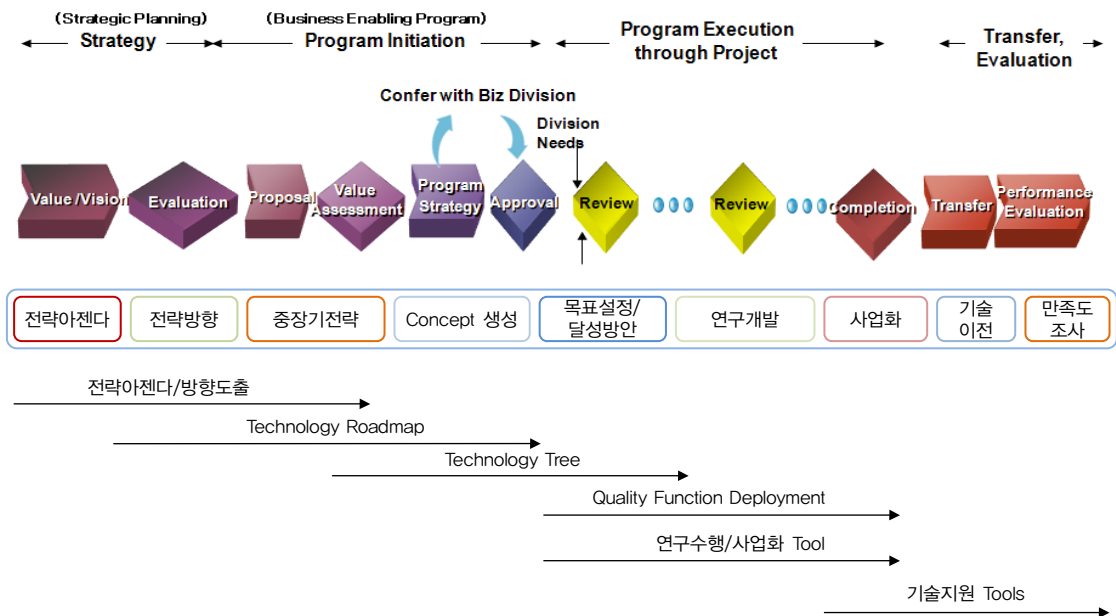
일반적으로 조직화된 기구에서 R&D를 수행함에 있어 R&D 전주기에 걸쳐 자체의 연구방법을 체계화 하고 있다. 즉, 전략 수립부터 연구개발 프로젝트를 최종적으로 완성하기 까지 적절한 방법을 이용하고 있다. 이는 R&D를 추진함에 있어 올바른 것을 기획하고 이것이 올바르게 추진되고 있는지 관리하는 것이 중요함을 말한다. 이를 위해서는 R&D 전주기에 걸쳐 R&D 프로세스, 적합한 연구방법(Tools, Methods), 적절한 프로젝트 관리가 결합될 때 효율적인 R&D과 진행될 수 있음을 의미한다. 즉, R&D의 전 주기에 걸쳐 각 프로세스마다 그에 적합한 연구방법을 갖추는 것이 R&D 효율성과 생산성을 향상시키는 데 중요한 역할을 하며, 프로세스 각 단계에서의 생산성 향상을 위한 연구방법을 지속적으로 혁신해가는 노력이 중요하다.

앞서 살펴본 연구개발 프로세스 및 탈추격형 R&D 활동으로부터 탈추격형 R&D에서 수행할 R&D 전주기(R&D Total Life Cycle) 프로세스의 활동은 (그림5)에서 보는 바와 같이 R&D에 대한 전략계획 수립활동단계,

R&D 프로그램 기획활동단계, R&D 프로그램 실행활동 단계, 기술이전 및 평가활동 단계 등 4단계로 구성할 수 있다.

1. 전략계획 수립단계

전략계획 수립단계에는 프로그램으로 수행할 미래 연구 테마를 결정하기 위한 과정이다. 탈추격형 R&D를 위해서는 이 단계가 가장 중요하다. 과거 추격형 R&D에서는 이 단계가 추격하는 대상에 의하여 결정된다. 이미 기술적으로 추격할 대상이 결정되어 있으므로 추격 대상과 연관된 기술적 목표를 실현하는 것이 연구개발의 주된 목적이 된다. 반면에 탈추격형 R&D에서는 추격할 대상이 소멸된 상태에서 R&D 목표를 설정해야 하는 어려움에 처하게 된다. 이 때 연구개발 할 테마를 발굴하고 이를 R&D 프로그램으로 결정하기까지 과정이 연구개발 성과에 크게 영향을 미치게 된다. 따라서 연구개발 테마를 효율적으로 발굴하기 위한 프로세스의 체계화가 중요한 역할을 하게 된다. 여기에서는 이러한 고려사항이 기존의 연구개발방법론에서 벗어나 효율적 연

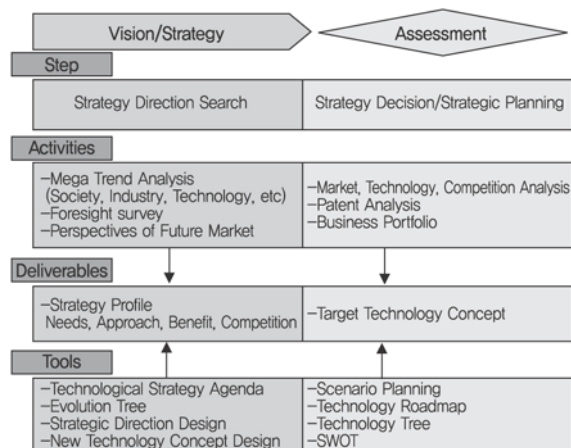


(그림5) R&D 전주기(R&D total life cycle) 프로세스

구개발 추진을 위한 탈추격형 연구개발 방법론 정립에 이러한 사항을 함께 고려하고자 하였다. 이를 위해 (그림5)에서 보는 바와 같이 1단계로 전략적 계획 수립을 위한 과정으로서 구조화된 전략 개발 프로세스를 포함하였다. 이 단계에서는 미래 전략적 비전을 제시하고 이들의 가치에 대한 판단을 필요로 한다. 이 단계에는 이를 위한 활동들이 진행된다.

전략계획 수립단계는 (그림6)에서 보는 바와 같이 미래시장에서 기술적 경쟁력 확보를 위한 방향 설정에 관한 판단을 필요로 한다. 이를 위해서는 미래 시장에서의 가치와 비전을 준비하고 이를 판단 최적의 전략을 선택해 가는 과정이다. 따라서 미래의 비전과 가치를 준비하는 체계화된 활동을 필요로 한다. 이러한 활동으로써 (1)미래시장에 대한 전망, (2)Global Mega Trends 분석, (3)Technical Problems 분석, (4)Technical Issues & Topics 분석 및 미래 Technology Agenda 도출 등을 통해 미래에 대한 기술적 방향에 대한 도출과 방향을 정립한다.

- 전략계획 수립단계의 주요 활동
 - Strategic Planning
 - 특허 집중도 분석
 - 시장 트렌드 분석: 미래 시장 아젠다 도출

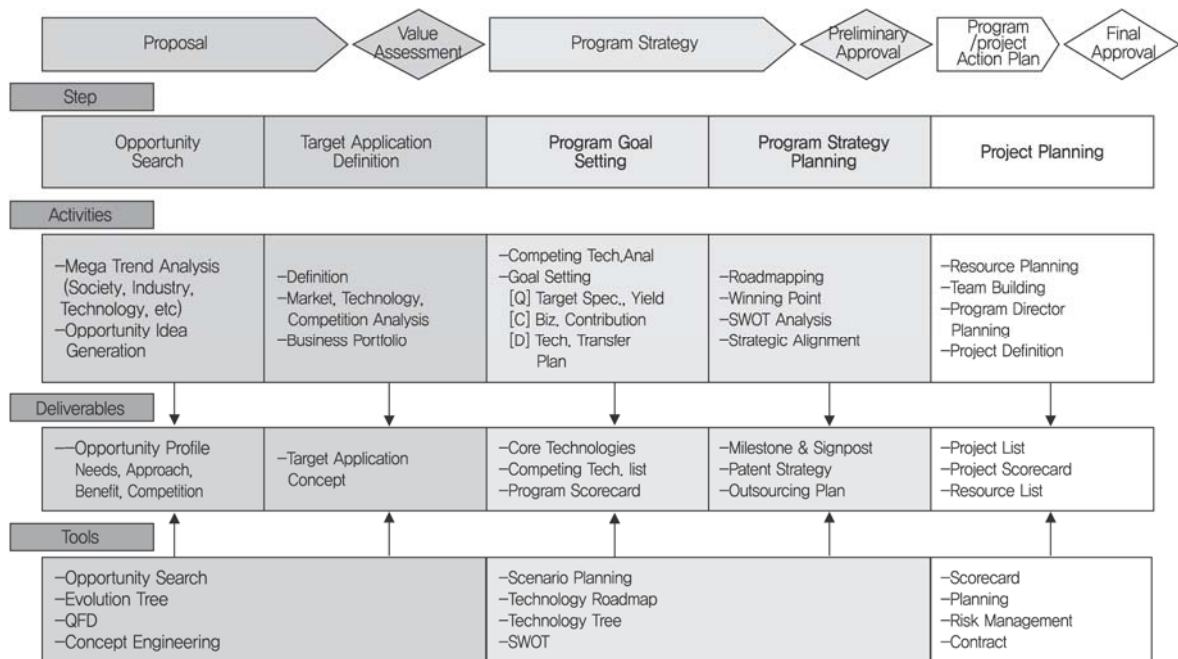


(그림6) 전략계획 수립단계의 연구활동

- 기술 트렌드 분석: 기술 아젠다 도출
- 미래 전략 아젠다 도출 및 미래 전략 개념 도출
- 미래 시장 및 기술 이용에 관한 시나리오 예측- 사회, 시장의 전망으로부터 기술이용에 관한 전개 과정 예측
- 주요 방법
 - Analysis of Foresight Studies
 - The Perspectives of Future Market
 - Analysis of Global Technology Trend
 - Mapping with the Competence
 - 전략 아젠다 도출 및 적용방향, 비전 도출
 - Strategic Future R&D Fields 발굴

2. R&D 프로그램 기획단계

R&D 프로그램 기획단계는 (그림7)에서 보는 바와 같이 비즈니스가 가능한 R&D 프로그램을 발굴하는 단계이다. 차기의 비즈니스 기회를 갖는 R&D 프로그램을 개발하여 기획하는 단계이다. 이 단계에서는 1단계에서 도출된 주요 연구대상이 된 전략적 Topic을 대상으로 하여 실제 연구개발을 수행하기 위한 프로그램으로 도출하는 과정이다. 이를 위해 연구개발 대상에 대한 (1)프로그램 Concept 생성, (2)프로그램 Target 도출, (3)프로그램 Goal Setting, (4)프로그램 전략 설정 등 프로그램을 도출 기획하는 과정을 거친다. 따라서 이를 실현하기 위해서는 Technology Roadmap 작성 및 Technology Tree 작성과정이 중요한 역할을 하게 된다. 이 단계에서는 프로그램을 기획하기 위하여 (그림 7)에서 보는 바와 같이 관련 제안들을 평가하고 프로그램 전략적 목표와 가치를 판단하는 활동들이 포함되며 이를 구성하는 R&D 프로젝트에 대하여 기획 검토한다. 프로그램 기획 시에는 비즈니스 업계로부터 정보의 입력이 중요하다. 프로그램은 단순 기술획득이 목적이 아니라 시장에서의 운용될 수 있는 시스템 및 관련 기술의 성공을 목적으로



(그림 7) 프로그램 기획 단계에서의 연구활동

하여 추진할 필요가 있다. 따라서 시장으로부터의 프로그램의 기획에 필요한 다양한 정보입력이 중요한 역할을 한다. 최종 프로그램 기획 완료 시까지 3단계의 평가를 위한 관문을 거칠 필요가 있다. 1차는 프로그램 아이디어 제안단계, 2차는 프로그램 목표 및 전략 완료 단계, 3차는 세부 실행계획 완료 단계 등 3단계에 걸친 관문이 필요하다.

• 주요 활동

- Mega Trend Analysis
- Cause-Effect Analysis
- Opportunity Idea Generation
- Technology Concept Definition
- Competition Analysis: Market, Technology
- Business Portfolio
- Goal Setting: Target Specification, Business Contribution
- Technology Roadmapping

- Strategic Alignment
- Program Direction Planning
- Resource Planning
- 주요 연구방법(Tools)
- Opportunity Search
- Evolution Tree
- Quality Function Deployment(QFD: 고객품질 요구사항정의)
- Concept Engineering
- Scenario Planning
- Technology Roadmap
- Technology Tree
- Design of Experiment
- SWOT
- Scorecard Planning
- Risk Management Planning

3. R&D 프로그램 실행단계

R&D 프로그램 실행단계에는 프로그램 성공을 위하여 구성된 여러 프로젝트를 통한 프로그램 실행단계이다. 이 단계에는 각각의 R&D 프로젝트를 수행하면서 각각의 기술을 확보하고 확보된 기술을 바탕으로 기술결합 및 프로그램에서 수행하고자 하는 전략적 목표를 완수하게 된다. 이 과정에서 중요한 점(그림8)에서 보는 바와 같이 전 단계에서 기획된 옳은 기술 프로그램에 대하여 올바른 진행을 판단하는 것이다. 이를 위하여 연구 프로젝트 수행 중에는 일정기간마다 반복해서 결과 검토 및 평가를 거쳐 R&D의 계획대로의 순조로운 수행 여부를 판단하게 되며 이를 위한 판단기준으로서 연구 방법(Tools)이 사용된다. 일반적으로 연구목표에 대한 각종 지표를 기준으로 Scorecard 방법이 사용된다. 이러한 과정을 거쳐 프로젝트의 시장가치와 결과에 대한 확신여부를 판단한다. 또한 기술개발과정에서 발생하는 중요한 기술적 병목현상 및 걸림돌 등에 대한 해결책을 찾을 수 있다.

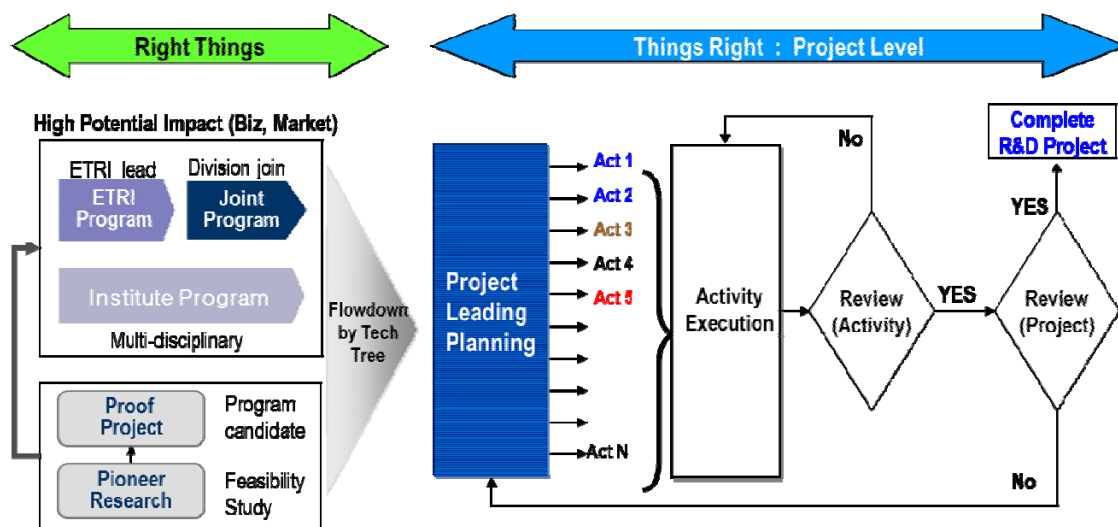
4. 기술이전단계

기술이전단계에는 R&D를 통하여 확보된 기술을 생

산부문에 이전하는 단계로써 기술 결과물과 기술개발에 참여한 인력이 이전 대상이 된다. 시장에서 성과로서 나타날 수 있도록 단순히 결과물만이 아니라 제품의 품질을 보장하고 제품생산에 필요한 기술적 Knowhow를 포함하여 이전될 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이 단계에서는 수행한 프로그램의 성과에 대한 판단을 필요로 한다. 이를 위해 프로그램 Performance를 평가하고 그 결과를 차기 프로그램 기획에 피드백할 수 있도록 준비할 필요가 있다.

V. 결론

이상에서는 ICT 산업의 탈추격형 R&D를 정립하기 위한 연구방법론으로써 ICT 분야에 적용할 수 있는 R&D 전주기 프로세스를 제안하였다. 또한 R&D 전주기의 각 단계에서 적용할 수 있는 연구방법을 제시하였다. 이들 방법과 전주기 프로세스는 지금까지 익숙하게 적용되어 왔던 추격형 R&D방법에서 벗어난 탈추격형 R&D 방법으로써 기술 수명주기의 초기단계부터 미래 불확실한 환경에 대비하여 창의력과 전략적 선택을 기반으로 한 연구개발 방법론이다. 특히 나날이 확대되고



(그림 8) 프로그램 실행단계에서의 활동

있는 글로벌 환경에서의 시장성공과 신 기술의 특징에 맞는 경쟁력 확보를 위하여 강조되고 있는 창의력을 위한 다양한 아이디어 발굴과 기술개념화 연구에 대한 프로세스 정립, 전략적 선택에 의한 기술방향도출 및 기술 개발 프로젝트 발굴 등 그 동안 취약점으로 제시되었던 활동을 연구개발 프로세스에 포함함으로써 탈추격형 R&D에서 강조되어야 할 활동으로 보완할 수 있었다.

용어해설

The state of the art 현재의 기술적 수준

Reverse engineering(리버스엔지니어링) 완성된 제품을 분석하여 제품의 기본적인 설계개념과 적용기술을 파악하고자 재현하는 것

Concept engineering(개념공학) 기존의 사고를 백지화하고 처음부터 어떤 제품을 어떻게 만들 것인지 접근 하는 것

Technology life cycle(기술 수명주기) 기술에 대한 아이디어 부터 시작하여 연구, 개발, 구현하여 최종적으로 소멸될 때까지 기간

ROI(Return of Input) analysis 투입 대비 효과 분석

Tolerance design 제품허용오차에 대한 디자인

SPC(Statistical Process Control) 통계적 지표를 이용하여 프로세스를 관리하는 과학적 방법

Technology Roadmap(기술 로드맵) 특정기술의 미래 시장에서 요구되는 제품과 목표를 설정하고 그에 필요한 핵심기술과 필요기술을 도출해 목표에 도달하는 최적의 Pathway를 제시한 지도로서 기업의 미션, 전략목표 및 대안, 시장분석 및 경쟁적 위상 등을 종합적으로 반영

Technology Tree(기술 트리) 기술을 구성하는 세부기술 및 요소기술의 관계를 체계적으로 도식화한 것으로서 기술 구성과 체계를 파악할 수 있도록 한 것

SWOT(Strength Weakness Opportunity Threat) 기술(기업)의 강점, 약점, 기회, 위협 등을 분석 제시하는 것

참고 문헌

[1] 이근동, “아시아와 기술 추격의 경제학,” 박영사, 2007.
 [2] OECD, Technology and Economy - The Key Relationships, 1992, p22, 과학과 기술의 경제학 과학과 기술의 경제학, 기술과 진화의 경제학 연구회 이근외 역,

경문사, 1995

[3] Kline and Rosenberg(1986), “An Overview of Innovation,” in National Academy of Engineering, The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, The National Academy Press, Washington D.C.
 [4] K. S. Borden and B. B. Abbott, “Research Design and Methods,” McGraw-Hill, 2011.
 [5] D. B. Smith and G. Rowland, “Systems Engineering and Management,” Addison-Wesley Publishing, 1974.
 [6] J. S. Coutinho, “Advanced Systems Development Management,” John Wiley and Sons, 1977.
 [7] A. Kossiakoff and W. N. Sweet, “Systems Engineering - Principles and Practice,” John Wiley & Sons, 2003.
 [8] R.B. Braithwaite, “Scientific explanation. New York: Harper & Row,” 1953.
 [9] R. W. Yaremko et al., “Reference handbook of research and statistical methods. New York: Harper & Row,” 1982.
 [10] K. Lee and C. Lim “Technology Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean industries,” Research Policy 30, 2001, pp. 459-483.
 [11] S. Park, “An Innovation Process as Leapfrogging Strategies in Digital Wireless Communications Industry in Korea: Catch-up and Lead in Digital Wireless Communications Technologies,” PICMET 2011.
 [12] 박석지, “ICT 신 기술산업의 발굴육성을 위한전략 모형”, 전자통신동향분석, 제27권 제4호, ETRI, 2012. 8.
 [13] 송위진 외, “탈추격형 기술혁신체제의 모색”, 한국과학기술정책연구원, 2006.
 [14] 황혜란 “한국형 탈추격형 기업기술혁신의 패턴분석,” 과학기술학 연구, 제6권 제2호, 2006.
 [15] 황혜란, 정재용, 송위진, “탈추격형 연구의이론적 지향성 및 과제,” 기술혁신연구, 제20권 제1호, 2012. 4
 [16] Raoul Klingler, “Fraunhofer-mp3 or NP³-What about Fraunhofer you may call an NP³,” Global R&D Forum, June 7st, 2011.